



N° 838.

MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES

Classif. Internat.: C 21 D

Mis en lecture le: 16-6-1976

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la loi du 24 mai 1854 sur les brevets d'invention;

Vu le procès-verbal dressé le 20 février 1976 à 15 h. 40
au Service de la Propriété industrielle;

ARRÊTE :

Article 1. — *Il est délivré à la Société Anonyme dite: LE FOUR INDUSTRIEL BELGE,*

Rue des Trois Arbres 12-14, Uccle,

repr. par le Bureau Gevers à Bruxelles,

un brevet d'invention pour: Dispositif de trempe isotherme pour le paten-
tage de fils d'acier,

(Inv.: Mr. J. Bauden),

Article 2. — *Ce brevet lui est délivré sans examen préalable, à ses risques et périls, sans garantie soit de la réalité, de la nouveauté ou du mérite de l'invention, soit de l'exactitude de la description, et sans préjudice du droit des tiers.*

Au présent arrêté demeurera joint un des doubles de la spécification de l'invention (mémoire descriptif et éventuellement dessins) signés par l'intéressé et déposés à l'appui de sa demande de brevet.

Bruxelles, le 15 mars 1976

PAR DÉLÉGATION SPÉCIALE :

Le Directeur général,

R. RAUX

BEST AVAILABLE COPY

M E M O I R E D E S C R I P T I F

déposé à l'appui d'une demande de

BREVET D'INVENTION

au nom de

la société anonyme dite : "Le Four industriel belge"

pour :

"Dispositif de trempe isotherme pour le patentage de fils d'acier".

Inventeur : Jacques BAUDEN.

La présente invention est relative à un dispositif de trempe isotherme pour le patentage de fils d'acier, en particulier pour le patentage en ligne de fils d'acier ayant un diamètre inférieur à 10 mm.

Il y a tout d'abord lieu de noter que par "trempe isotherme" on entend le refroidissement rapide, jusque dans la zone de formation perlitique désirée de l'acier dont sont constitués les fils, suivi d'un maintien isotherme

nécessaire pour assurer la décomposition sensiblement complète de l'austénite et un détensionnement de l'acier.

Dans les installations de patentage en ligne de fils d'acier, connues jusqu'à présent, un problème se pose généralement au niveau de la trempe isotherme en ce sens qu'on peut difficilement contrôler la température à laquelle l'acier, dont sont constitués les fils, entre dans la zone des courbes de transformation TTT. Cette température est très importante pour la structure et, par conséquent, les propriétés mécaniques de l'acier. C'est ainsi qu'il a été constaté qu'un résultat très favorable est obtenu si on parvient à refroidir les fils, après leur chauffage à la température de formation d'austénite, à la température correspondant au temps d'incubation minimum déterminé par le nez des courbes de transformation TTT de l'acier en un temps tout au plus égal audit temps d'incubation minimum et si, ensuite, on maintient les fils à cette température pendant un temps suffisamment long jusqu'à la transformation sensiblement complète de l'austénite en ferrite et cémentite.

Le but de l'invention consiste à présenter un dispositif de trempe isotherme permettant un refroidissement suffisamment rapide dans un premier fluide et le passage immédiat dans un deuxième fluide maintenu à cette température sans que des perturbations puissent se produire au moment dudit passage qui pourraient influencer la structure de l'acier.

En même temps, le dispositif suivant l'invention permet un contrôle précis de la température des fils à la sortie

du premier fluide.

A cet effet, suivant l'invention, le dispositif comprend une cuve destinée à contenir un liquide de refroidissement, dans lequel plongent les fils d'acier sortant d'un four à une température de formation d'austénite, et une chambre de maintien de température pour les fils ayant passé dans ce liquide, l'entrée de cette chambre étant adaptée à la surface du liquide de refroidissement dans la cuve, à l'endroit où les fils sortent du liquide, de manière à créer, pour les fils, un passage étanche à l'atmosphère extérieure entre la cuve et la chambre susdite.

Avantageusement, le dispositif comprend des organes de guidage pour les fils pénétrant et sortant de la cuve, de position réglable par rapport à cette dernière, de manière à permettre de faire varier la distance parcourue par les fils dans le liquide de refroidissement.

D'autres détails et particularités de l'invention ressortiront de la description donnée ci-après, à titre d'exemple non limitatif, d'une forme de réalisation particulière du dispositif de trempe isotherme suivant l'invention.

La figure 1 est une vue latérale et en coupe, suivant la ligne I-I de la figure 5, avec brisures partielles de cette forme de réalisation particulière du dispositif de trempe suivant l'invention.

La figure 2 est une vue partielle en plan suivant la ligne II-II de la figure 1.

La figure 3 est une coupe, suivant la ligne III-III de la figure 1.

La figure 4 est une coupe, suivant la ligne IV-IV de la figure 1.

La figure 5 est une coupe, suivant la ligne V-V de la figure 1.

La figure 6 est une vue en élévation d'un accessoire de la forme de réalisation montrée aux figures précédentes.

La figure 7 est une coupe suivant la ligne VII-VII de la figure 1.

La figure 8 est une vue schématique en élévation d'une position particulière de certaines parties de ladite forme de réalisation.

La figure 9 est un graphique montrant schématiquement les courbes de transformation TTT de l'acier.

Dans les différentes figures, les mêmes chiffres de référence désignent les mêmes éléments.

Le dispositif de trempe isotherme suivant l'invention et montré en particulier aux figures susdites est raccordé directement à la sortie d'un four d'austénitisation 1. Ce dispositif comprend une cuve 2, destinée à contenir un liquide de refroidissement 3, et une chambre de maintien de température 4, dans laquelle peut circuler un gaz à température sensiblement constante. L'entrée 5 de cette chambre 4 est adaptée à la surface du liquide de refroidissement de manière à créer un passage étanche à l'atmosphère entre la cuve 2 et la chambre 4.

Des fils d'acier 6 s'étendant en nappe sortent du four d'austénitisation 1 et passent sur une pièce rainurée 7, servant de guide aux fils, réalisée en fonte ou en acier coulé et montée à l'entrée de la cuve 2. Ensuite, les fils sont déviés vers le bas dans le liquide de refroidissement 3 au moyen d'un autre organe de guidage constitué d'un rouleau 8 tournant autour de son axe. De cette cuve les fils passent alors immédiatement dans la chambre 4.

Une hotte 35 relie, d'une façon sensiblement étanche, le four 1 à l'endroit de pénétration 36 des fils dans la cuve 2. Ainsi, les fils sortant du four ne sont pas en contact avec une atmosphère autre que celle fixée dans la dernière zone du four.

La cuve est divisée en deux compartiments 9 et 10 par une cloison 11. Une circulation du liquide de refroidissement est produite entre ces deux compartiments au moyen d'une pompe 12 aspirant le liquide de refroidissement du fond du compartiment 9, par l'intermédiaire d'une conduite 13, et refoulant celui-ci dans le compartiment 10, du côté opposé par rapport au compartiment 9. Un déflecteur 14, agencé au-dessus de l'ouverture de déversement de la pompe, permet de créer un courant de liquide de refroidissement à travers le compartiment 10 dans le sens de la flèche 46. Le liquide de refroidissement circule du compartiment 10 au compartiment 9 en passant par un déversoir 47 ménagé dans le bord supérieur de la cloison 11, en regard de l'endroit où entrent les fils dans la cuve 2, créant ainsi à cet endroit un contre-courant très turbulent de liquide de refroidissement. Un échangeur de chaleur 15, commandé par un système de régulation approprié non représenté aux figures, permet de maintenir le liquide de refroidissement à une température constante prédéterminée.

Un trop-plein 16 permet de maintenir le niveau de liquide de refroidissement à un niveau constant, afin de ne pas influencer le temps d'immersion des fils dans le liquide de refroidissement pour une position prédéterminée du rouleau 8, et un bouchon d'évacuation 37 prévu à proximité du fond du compartiment 10 permet de vider ce dernier.

La chambre de maintien de température 4 est essentiellement constituée par une gaine tubulaire isolée thermiquement, à parois multiples entre lesquelles circule un gaz à température sensiblement constante.

Cette gaine comprend un canal central 17 dans lequel se déplacent les fils parallèlement à son axe. Deux caissons 18 et 19 s'étendent latéralement de part et d'autre de ce canal 17. Le caisson 18 communique, d'une part, avec le

canal 17 par des perforations 20 prévues dans les parois latérales de ce dernier et, d'autre part, par des ouvertures 24, avec un collecteur 21 destiné à l'amenée de gaz vers le caisson 18.

De la même manière, le caisson 19 présente, dans sa paroi de séparation avec le canal 17, des perforations 20 et communique avec un collecteur analogue 23, par l'intermédiaire d'ouvertures 24.

Le collecteur d'amenée 21 est raccordé, par l'intermédiaire d'une conduite 25, avec la sortie 26 d'un générateur de chaleur 27, tandis que le collecteur de retour 23 est branché, par l'intermédiaire d'une conduite 28, sur une entrée 29 du générateur permettant ainsi une recirculation d'une partie des gaz introduits dans la chambre 4 par la conduite 25. Des clapets 30 et 31, agencés à l'entrée du collecteur 21, permettent de créer un réglage de débit de gaz dans ce dernier pour la stabilisation de la température dans le canal 17. Par l'ajustement de ces clapets, on peut donc, soit répartir le courant de gaz suivant deux sens opposés en ouvrant au moins partiellement les deux clapets, soit créer un sens unique en fermant un des clapets, suivant la température mesurée à différents points dans le canal. La mesure de cette température a lieu à travers des trous d'accès 22 au canal 17 prévus en des endroits régulièrement répartis le long de toute la gaine de la chambre 4.

Une cheminée 32 est prévue à l'entrée de la chambre 4, au-dessus de l'endroit où sortent les fils du liquide de refroidissement 3.

C

La chambre 4 est montée de manière à pouvoir se déplacer horizontalement au-dessus de la cuve 2, dans la direction de déplacement des fils, comme indiqué par la flèche 33. Le rouleau 8 est monté sur un support 34, solidaire de l'extrémité libre d'un prolongement de la gaine susdite qui est incliné vers le bas, de manière à être au moins en contact avec la surface de liquide de refroidissement dans la cuve 2 et à créer ainsi le passage étanche susdit entre celle-ci et la chambre 4.

Comme dans la gaine proprement dite, son prolongement susdit présente également des caissons latéraux 18 et 19. (voir figure 3).

L'angle β qu'il forme avec la surface du liquide de refroidissement correspond sensiblement à celui formé par les fils sortant de ce liquide.

Un rouleau 38 est prévu dans le canal 17, à proximité de l'endroit où le prolongement 5 est raccordé à la partie horizontale de la chambre 4, afin de permettre que les fils 6 se déplacent successivement dans l'axe du prolongement incliné et ladite partie horizontale.

Le fait que de cette façon les rouleaux 8 et 38 sont fixes l'un par rapport à l'autre permet de maintenir constant l'angle de sortie du liquide de refroidissement 3 des fils 6 et ceci pour n'importe quelle position de la chambre 4 par rapport à la cuve 2.

Pour permettre de maintenir également l'angle de pénétration α des fils dans le liquide de refroidissement à une valeur toujours constante indépendamment de la position de la chambre 4 par rapport à la cuve 2, on prévoit, suivant

l'invention, un rouleau 39, sensiblement de même diamètre que le rouleau 8 qui est agencé de manière à pouvoir occuper la même place dans la cuve 2 que le rouleau 8 au moment où ce dernier est éloigné d'une distance au moins égale à son diamètre de sa position la plus rapprochée du four 1 par suite d'un déplacement correspondant de la chambre 4 au-dessus de la cuve 2.

A cet effet, Le rouleau 39 est suspendu à rotation en dessous d'un châssis 40 pouvant se poser librement sur les bords latéraux de la cuve 2.

La figure 7 montre schématiquement le chemin suivi par les fils 6 dans la cuve 2 lorsque la chambre 4 a été reculée par rapport au four 1 et que le rouleau de guidage amovible 39 est placé dans le liquide de refroidissement.

Pour éviter des frottements trop importants des fils sur les rouleaux de guidage, il est à conseiller de veiller à ce que les angles α et β , que les fils forment avec la surface du liquide de refroidissement, ne dépassent pas 20° et soient de préférence de l'ordre de 15° .

Pour permettre, le cas échéant, l'accès à l'endroit de pénétration des fils dans le liquide de refroidissement, la hotte 35 présente une visière rabattable 41 articulée autour d'un axe 42.

Pour une raison analogue, le prolongement 5 de la chambre de maintien de température 4 peut tourner autour d'un axe, de manière à pouvoir être soulevé facilement.

Le fonctionnement du dispositif de trempe isotherme, suivant l'invention, peut être décrit sur base de la figure 8 montrant schématiquement des courbes de décomposition

isotherme TTT d'un acier dont seraient constitués les fils. La courbe t_1 montre l'apparition d'une transformation de 1%, tandis que la courbe t_{99} montre une transformation de 99%. Si on traite des fils d'un diamètre de l'ordre de 1 mm, on peut admettre que la température est sensiblement homogène dans toute la section des fils, la courbe (a) représentant donc cette température en fonction du temps.

Les fils 6, portés dans le four 1 à la température d'austénitisation, de l'ordre de 1020°C p.e., passent dans le liquide de refroidissement 3 pendant un temps tel que l'on atteigne la température idéale pour traverser les courbes en S de l'acier considéré. Ce temps a été indiqué par la référence L_1 sur la figure 8.

Le temps de refroidissement dans la cuve 2 est, pour une vitesse de défilement donnée des fils, fonction de l'espace parcouru par les fils dans le liquide de refroidissement et de la température de ce dernier. Ainsi, pour un liquide de refroidissement donné, ayant une certaine viscosité et un coefficient d'échange déterminés, le temps de refroidissement des fils, se déplaçant à vitesse constante à travers le liquide de refroidissement, est fixé par la position de la chambre 4 par rapport à la cuve 2 pour une même température du liquide de refroidissement. Ce temps de refroidissement peut donc être réglé grossièrement en faisant varier la position de la chambre 4 par rapport à la cuve 2, tandis qu'un réglage fin peut être obtenu en faisant varier la température du liquide de refroidissement 3 au moyen de l'échangeur de chaleur 15.

Par le dispositif, suivant l'invention, on vise à amener très rapidement, c'est-à-dire pendant un temps L_1 , les fils à la température idéale t_1 pour la traversée isothermique des courbes t_1 à t_{99} sans tremper en surface

- 1°) en limitant le temps de refroidissement et
- 2°) en utilisant un liquide de refroidissement dont la température se situe au-dessus ou éventuellement légèrement en dessous du point de formation martensitique M_s .

La distance parcourue par les fils à travers le liquide de refroidissement et la température de ce dernier doivent être tels qu'au moment où les fils sortent du liquide de refroidissement pour entrer dans la chambre isotherme 4 aient la température idéale t_1 . Dans cette chambre 4, les fils doivent conserver cette température pendant tout le temps de transformation, soit la traversée des courbes t_1 à t_9 et également pendant un laps de temps déterminé après cette traversée. Ce temps est donné sur la figure 8 par la distance L_2 sur l'abscisse. Ensuite, les fils peuvent être refroidis jusqu'en dessous de leur température d'oxydation, comme montré schématiquement par la partie de la courbe (a) située dans la zone délimitée par le segment L_3 .

De la figure 8, il résulte donc qu'il est très important de pouvoir contrôler, d'une façon relativement précise, la température des fils sortant du liquide de refroidissement.

Le dispositif de refroidissement permet un contrôle assez aisé et ceci grâce à la puissance calorifique de la chambre de maintien de température 4 et la conception de cette dernière. Cette chambre est réalisée de telle sorte

qu'uniquement les déperditions calorifiques soient compensées et il ne doit donc pas y avoir d'échange de chaleur avec les fils proprement dits.

Ainsi, les mesures de température à l'entrée de la chambre 4 permettront d'enregistrer les variations éventuelles de température. Si on constate une augmentation de température, on peut conclure que les fils apportent des calories et sont donc insuffisamment refroidis. Si la température baisse, les fils absorbent les calories et sont donc trop refroidis.

Suivant ces variations de température, on peut donc agir soit sur la température du liquide de refroidissement dans le bain, soit sur la distance parcourue par les fils à travers le liquide de refroidissement.

Pour obtenir une température constante et sensiblement uniforme sur toute la longueur de la chambre 4, les caissons 18 et 19 ainsi que les collecteurs 21 et 23 sont entourés par une paroi isolante épaisse 43, tandis que la sortie est obturée par un amas de sable 44 à travers lequel les fils sont tirés.

Les gaz de combustion produits par le générateur 27 sont amenés par la conduite 25 dans le collecteur 21 d'où ils passent, d'une façon également répartie, à travers les ouvertures 24 dans le caisson 18. Ainsi, on peut admettre qu'on obtient une pression de gaz de combustion sensiblement constante sur toute la longueur du caisson 18. Le gaz passe alors à travers les perforations 20, transversalement dans le canal 17 pour lécher les fils 6. Une partie de ces gaz est aspiré, à travers les perforations de la face opposée,

dans le caisson 19 pour retourner, à travers le collecteur 23 et la conduite 28, vers le générateur 27. Il se produit ainsi une recirculation d'une partie des gaz de combustion permettant une intervention relativement souple sur la température reignant dans le canal 17. Une partie importante des gaz de combustion, formant en fait l'excès, est évacuée à contre-courant avec les fils 6 dans le canal 17 vers la cheminée 32, à l'entrée de la chambre 4.

Le sens du courant des gaz de combustion recyclés est donné par les flèches 45 aux figures 4 et 5.

Les clapets 30 et 31 permettent le réglage du débit de gaz dans le canal 17 en fonction de variations éventuelles de la température dans ce dernier.

Exemple.

Un fil d'acier d'un diamètre d'1 mm est chauffé à la température de 1020°C dans un four d'austénitisation 1 et est dévié dans la cuve 2 pour passer dans le liquide de refroidissement 3, formé par un sel fondu mis sur le marché par la société Houghton sous le nom de "sel 275". Ce sel est maintenu à la température de 250°C. La vitesse de déplacement du fil est de 35 m/min., tandis que la distance parcourue dans le liquide de refroidissement est de l'ordre de 70 cm. De ceci résulte que le temps de refroidissement dans ledit liquide est de 1,3 secondes environ. La température du fil à la sortie du bain de liquide est de 530°C. Immédiatement après la sortie du bain, le fil est maintenu à cette température dans la chambre 4. La longueur de cette chambre étant de 10 m., le temps de maintien est de l'ordre de 20 à 25 sec.

Il est bien entendu que l'invention n'est pas limitée à la forme de réalisation décrite et que bien des variantes peuvent être envisagées sans sortir du cadre du présent brevet.

C'est ainsi, par exemple, que les moyens pour maintenir une température constante dans la chambre 4 peuvent être formés par un lit fluidisé.

REVENDECATIONS.

1.- Dispositif de trempe isotherme pour le patentage de fils d'acier, caractérisé en ce qu'il comprend une cuve destinée à contenir un liquide de refroidissement, dans lequel plongent les fils d'acier sortant d'un four à une température de formation d'austénite, et une chambre de maintien de température pour les fils ayant passé dans ce liquide, l'entrée de cette chambre étant adaptée à la surface du liquide de refroidissement dans la cuve, à l'endroit où les fils sortent dudit liquide, de manière à créer un passage pour les fils sensiblement étanche à l'atmosphère extérieure entre la cuve et la chambre.

2.- Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend une hotte permettant de relier, d'une façon sensiblement étanche, le four précité et l'endroit de pénétration des fils dans la cuve contenant le liquide de refroidissement.

3.- Dispositif suivant l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il comprend des organes de guidage pour les fils pénétrant dans et sortant de la cuve, de position réglable par rapport à cette dernière de manière à permettre de faire varier la distance parcourue par les fils dans le liquide de refroidissement.

4.- Dispositif suivant la revendication 3, caractérisé en ce que ces organes comprennent au moins un rouleau tournant autour d'un axe sensiblement horizontal, situé dans

un plan perpendiculaire au sens de déplacement des fils, ce rouleau plongeant au moins partiellement dans le liquide de refroidissement et déviant les fils dans le liquide de refroidissement, tout en pouvant être déplacé dans ce dernier.

5.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour maintenir constant l'angle de pénétration des fils dans le liquide de refroidissement ainsi que leur angle de sortie de ce liquide indépendamment de la distance parcourue par les fils à travers la cuve.

6.- Dispositif suivant la revendication 5, caractérisé en ce que la chambre est montée de manière à pouvoir se déplacer horizontalement dans la direction des fils, un organe de guidage étant fixé sur l'extrémité d'entrée de la chambre, de manière à maintenir sensiblement constant l'angle de sortie susdit des fils indépendamment de la position de la chambre par rapport à la cuve.

7.- Dispositif suivant la revendication 6, caractérisé en ce qu'un support fixe pour un organe de guidage amovible est prévu à l'endroit où se situe l'organe de guidage monté sur l'extrémité d'entrée de la chambre susdite lorsque cette dernière occupe sa position la plus rapprochée du four.

8.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la cuve est divisée en au moins deux compartiments entre lesquels est produite une circulation à contre-courant aux fils à l'endroit où ceux-ci entrent dans le liquide de refroidissement, un déversoi étant prévu entre ces deux compartiments en regard de cet endroit.

9.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la chambre susdite comprend une gaine tubulaire isolée thermiquement, à parois multiples entre lesquelles circule un gaz à température sensiblement constante.

10.- Dispositif suivant la revendication 9, caractérisé en ce que la gaine comprend un canal central, dans lequel se déplacent les fils, et deux caissons s'étendant longitudinalement de part et d'autre de ce canal, chacun de ces caissons communiquant, d'une part, avec le canal par des perforations prévues dans les parois de ce dernier et, d'autre part, avec un collecteur destiné à l'amenée de gaz vers le caisson situé d'un côté du canal, l'autre étant destiné au retour des gaz recueillis dans le caisson situé de l'autre côté du canal, une cheminée étant prévue à proximité de l'entrée de la chambre pour l'évacuation de l'excès de gaz introduit dans le canal.

11.- Dispositif suivant la revendication 10, caractérisé en ce que le collecteur d'amenée est raccordé, sensiblement en son milieu, avec une source de gaz chauds, le collecteur de retour permettant la recirculation d'une partie des gaz vers ladite source de gaz chauds, des clapets de réglage de débit de gaz étant agencés dans le collecteur d'amenée pour stabiliser la température dans la chambre.

12.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que la gaine présente du côté de la sortie des fils du liquide de refroidissement,

un prolongement incliné vers la surface de ce dernier délimitant autour des fils un espace étanche par rapport à l'atmosphère extérieure.

13.- Dispositif de trempe isotherme pour le patentage de fils tel que décrit ci-dessus.

14.- Fils d'acier obtenus par la mise en oeuvre du procédé décrit ci-dessus et/ou au moyen du dispositif décrit et montré aux dessins annexés.

BRUXELLES, le 19 février 1976

P. P^{on} de Société anonyme

P. P^{on} du Bureau GEVERS

olite: "Le Jour Industriel Belge".
J. De L.

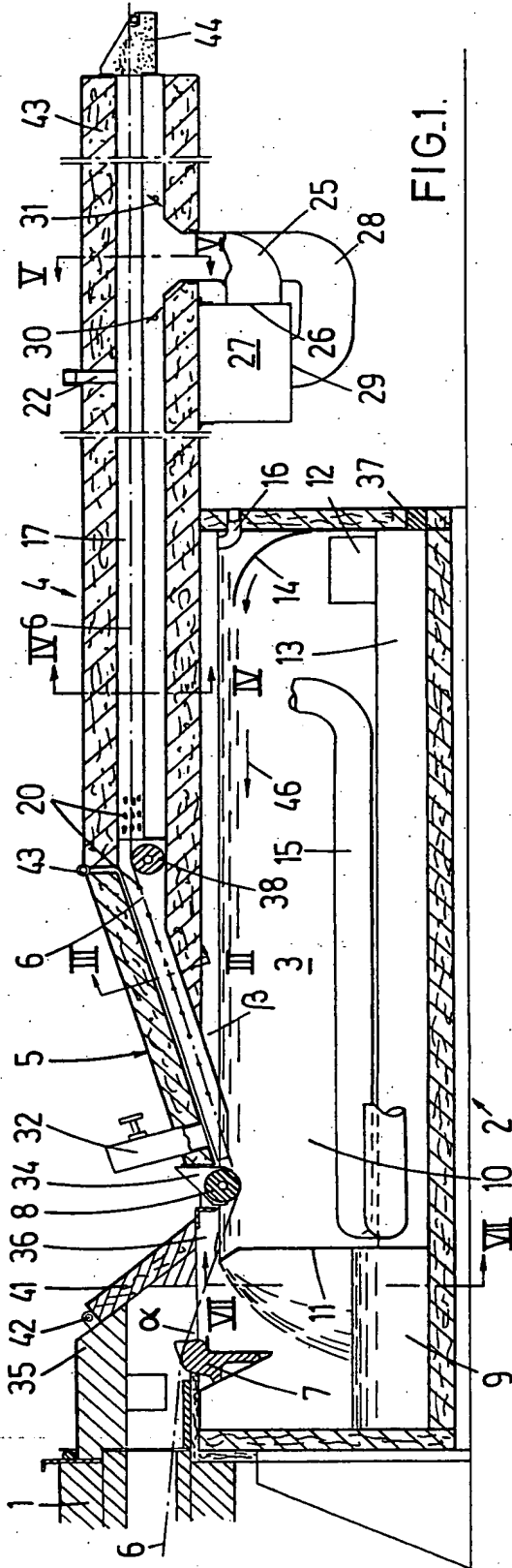


FIG.1.

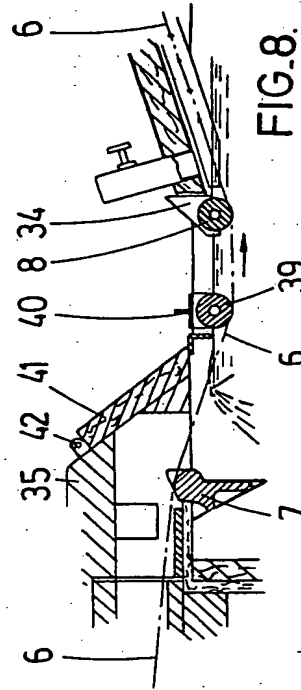


FIG.8.

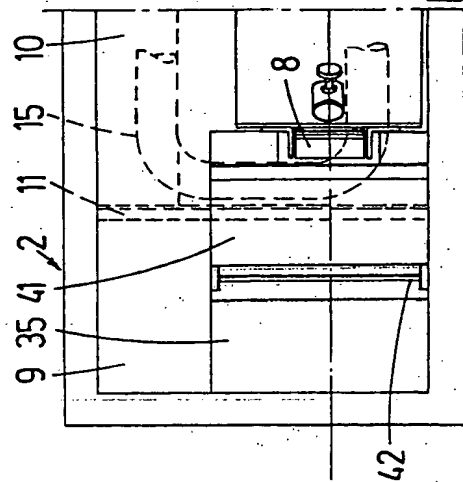


FIG.2.

BRUXELLES le 20 février 1976

société anonyme dite : "Le Four industriel belge"

PAR LE DIRECTION

[Handwritten signature]

société anonyme dite : "Le Four industriel belge"

pl.2

e

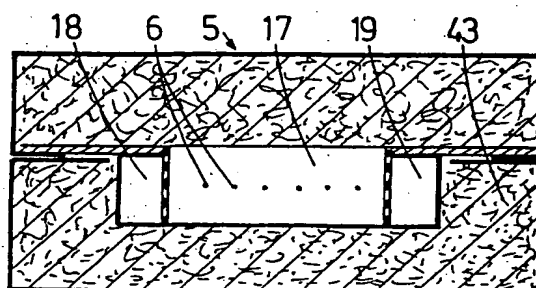


FIG. 3.

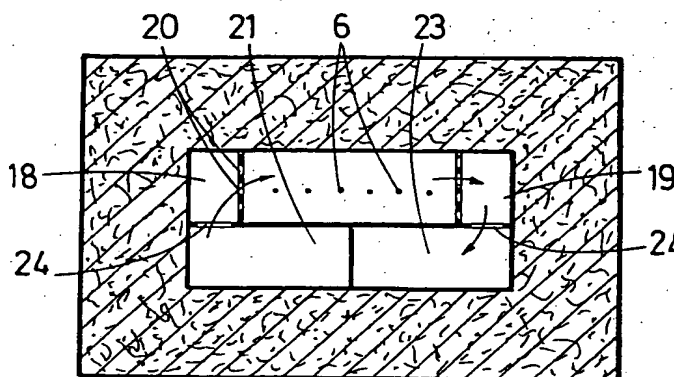


FIG. 4.

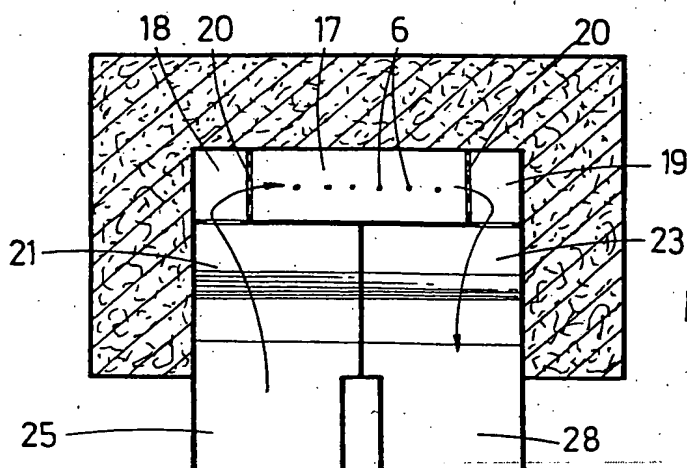


FIG. 5.

BRUXELLES, le 20 février 1976

P. P^{on} de la société anonyme dite : "Le Four industriel belge"

P. P^{on} du Bureau GEVERS

[Handwritten signature]

société anonyme dite : "Le Four industriel belge"

pl.3

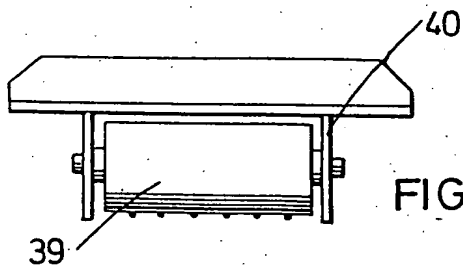


FIG. 6.

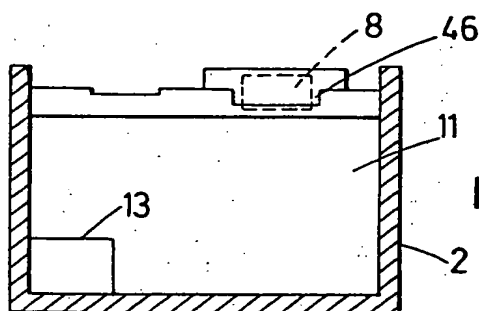


FIG. 7.

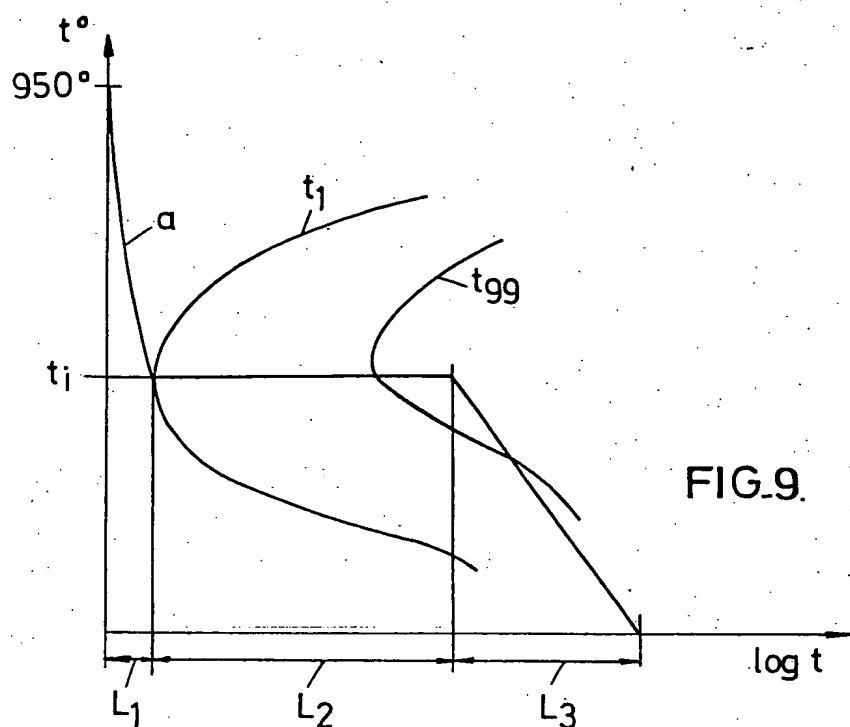


FIG. 9.

BRUXELLES, le 20 février 1976

P. P^{on} de la société anonyme dite : "Le Four industriel belge"

P. P^{on} du Bureau GEVERS

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.